

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-075845

(43)Date of publication of application : 14.03.2000

(51)Int.Cl.

G09G 5/00
G09G 5/391

(21)Application number : 11-231876

(71)Applicant : TEXAS INSTR INC <TI>

(22)Date of filing : 18.08.1999

(72)Inventor : MORGAN DANIEL J
GREGORY S PETIT
DOHERTY DONALD B

(30)Priority

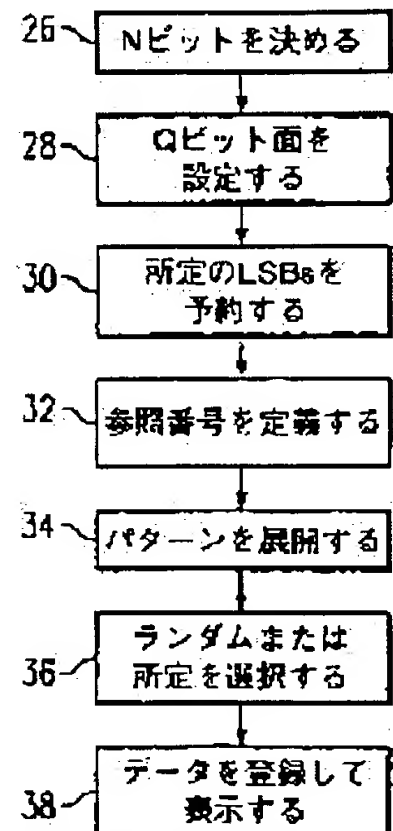
Priority number : 98 96925 Priority date : 18.08.1998 Priority country : US

(54) SPATIO-TEMPORAL MULTIPLEXING FOR HIGH BIT DEPTH RESOLUTION DISPLAY

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide bit depth resolution higher than the image signal conversion means that the system can achieve with prescribed bit number resolution with a method and apparatus for spatially and temporally multiplexing display data.

SOLUTION: This method has a step of determining desired perception resolution (26), a step for setting the number of a bit face used for achieving this perception resolution, a step of using at least one spatio-temporal lowest bit value (STMLSBs) (30), a step for referencing the value obtd. by developing this STMLSBs with a bit gray code level (32) having decimal point, a step for developing a spatial pattern (34), a step for determining whether the spatial pattern is randomly started with prescribed sequence or between frames and a step for registering and displaying the data to a modulator and has a random number forming device and a reference table and has a pattern logic which is capable of selecting both of the random patterns and the prescribed spatial patterns and forms the patterns to be used.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-75845
(P2000-75845A)

(43)公開日 平成12年3月14日(2000.3.14)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

FI

テマコード(参考)

G 0 9 G 5/00
5/391

G 0 9 G 5/00

5 2 0 V

審査請求 未請求 請求項の数2 OL (全13頁)

(21)出願番号 特願平11-231876

(22)出願日 平成11年8月18日(1999.8.18)

(31)優先権主張番号 096925

(32)優先日 平成10年8月18日(1998.8.18)

(33)優先権主張国 米国(US)

(71)出願人 590000879

テキサス インストルメンツ インコーポ
レイテッド

アメリカ合衆国テキサス州ダラス, ノース
セントラルエクスプレスウェイ 13500

(72)発明者 ダニエル ジェイ. モーガン

アメリカ合衆国, テキサス, デントン, ウ
ッドヘイブン 2621

(72)発明者 グレゴリー エス. ペティット

アメリカ合衆国, テキサス, ロウレット,
ブライアクレスト 9202

(74)代理人 100066692

弁理士 浅村 皓 (外3名)

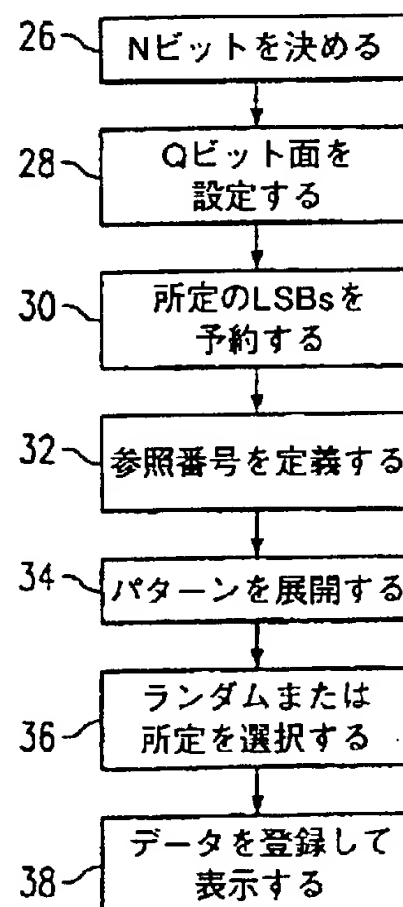
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 高ビット深さ解像度ディスプレイ用時空マルチプレクシング

(57)【要約】

【課題】 ディスプレイデータを空間的に且つ時間的にマルチプレスする方法及び装置において、所与のビット数解像度でシステムが達成できるより高いビット深さ解像度を得ること。

【解決手段】 本方法は、所望の知覚解像度(26)を決定するステップと、その知覚解像度を達成するのに使用されるビット面の数を設定するステップと、少なくとも1つの時空的最低位ビット値(STMLSBs)(30)を使用するステップと、STMLSBsを展開した値を小数点付きビット灰色コードレベル(32)と参照するステップと、空間的パターン(34)を展開するステップと、空間的パターンを所定のシーケンスで又はフレーム間でランダムに開始させるかを決定するステップと、モジュレータにデータを登録し、表示するステップとを備える。本装置は、乱数生成器(48)と参照表(50)を備え、ランダムパターンと所定の空間的パターンのどちらも選択でき、また、使用するパターンを生成するパターンロジックを備える。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】空間的光モジュレータ上に高いビット深さ解像度の画像を表示する方法であって、

- a. 表示されるべき解像度のビット数を決定するステップと、
 - b. 各色の各フレーム内に登録されるビット面の数を設定するステップと、
 - c. 表示されるべき解像度のビットの所定数の最低位ビット (LSBs) を予約するステップと、
 - d. 小数点付きのビットを提供するために、参照番号を定義するステップと、
 - e. 前記各小数点付きのビットに対して、前記所定数の LSBs と共に使用される空間的パターンのセットを展開するステップと、
 - f. 各フレームにおける前記パターンの開始点を、空間的にランダムにするか、あるいは所定の置き方にするかを選択するステップと、
 - g. 各画素に対して前記パターンの 1 つを、画素の強度に従って決定するステップと
- からなる方法。

【請求項 2】 高いビット深さ解像度のディスプレイ用のパターンを生成することのできる装置であって、

- a. パターン生成の開始を示す信号を受信し、空間的に且つ時間的にマルチプレクスされたパターンを生成することのできるパターン生成ロジックと、
 - b. 前記パターン生成ロジックに、前記パターンの空間的開始点を示す乱数を提供する乱数生成器と、
 - c. 前記パターン生成ロジックから受信された前記パターンに基づいて選択されるべき空間的位相を記憶するプログラム可能な参照表と、
 - d. 小数点付きコードを生成することのできる回路と、
 - e. 前記パターン生成ロジックからの出力と、前記プログラム可能な参照表からの出力と、前記小数点付きコードとからの出力に基づいて、前記空間的且つ時間的にマルチプレクスされたパターンの中から特定のパターンを選択するロジックと
- を備える装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は空間的光モジュレータディスプレイ・システムに関し、特に、そのようなシステムのためのアドレッシング方式に関する。

【0002】

【従来の技術】典型的な空間的光モジュレータ・ディスプレイ・システムは、画像の画素を変調するのに使用される、個々に制御可能な x-y アレイから成る空間的光モジュレータを備える。このようなモジュレータの例として、デジタル・マイクロミラー・デバイス TM (DMD TM) によって作動されるミラーアレイ TM、液晶セル、格子光バルブ、プラズマ・ディスプレイ・パネル

がある。このうちいくつかは、アナログ的に動作し、その場合、画素に送られる光の量は、対応のセルがどのくらい遠くへ移動するかによって、決められるか、あるいは、どのくらいの量の光がそのセルを通過できるかによって決められる。

【0003】その他はデジタルに動作し、光を画像に送るか否かの問題となる。

【0004】デジタルモードの動作は、人間の目がアナログに反応するために、独特の問題を生じる。このアナログの反応のために、デジタルセルがパルス幅変調 (PWM) と呼ばれる技術を使用しなければならない。PWM 技術においては、ディスプレイ信号がデジタルサンプリングされることによって、それぞれが 20 ビットという同数のビットを持つ所定数のサンプルになる。これらのビットは、次に、個々のセルにアドレスするのに使用され、ビットの位に正比例する時間だけアドレスする

(即ち、最高位のビットは、そのデータを表示するのに最大の時間を受け取る。1 サンプル当たりのビット数が多くなればなるほど、質の良い画像が得られる。

- 20 【0005】セルのアドレッシングは、典型的には、所与のビット用のデータを移動させ、セルの回路を作動させ、セルがデータに応答し、そのデータのビットが要求するように、セルを照射して光を変調させる。高品質の画像を得るには、セルの記憶、移動、作動、及び照射が、比較的短時間の間に数回反復されなければならない。典型的なディスプレイシステムは、60 Hz で動作するので、データの各フレームは、1 秒の 1/60 (16.7 ミリ秒) しか表示時間を持たない。シーケンシャル・カラー・システムは、モジュレータが赤、緑、青の
- 30 3 色のそれぞれ順番に照射され、各色は、その時間の 1/3 (5.57 ミリ秒) をもらう。

【0006】従来の空間的光モジュレータ・ディスプレイ・システムにおいて、シーケンシャル・カラー・システムで得られる最大のビット数は 8 ビットである。8 ビットのデータは、5.57 ミリ秒を分けあわなければならない。最高位のビットは、その時間のおよそ半分 (2.79 ミリ秒) をもらい、最低位のビットは、およそ、その時間のおよそ 255 分の 1 (20 マイクロ秒) をもらう。8 ビットの解像度を得るには、最低位のビット (LSB) 用データを 20 マイクロ秒で表示するのに十分な速さの切替えをしなければならない。ビット数が高くなれば、更に、早い切替えが必要になる。

【0007】デジタルシネマのように大きなディスプレイシステムになると、空間的光モジュレータ・ディスプレイの画像品質を得るには、8 ビットより高い解像度が必要になる。例えば、DMD TM では 10 ビットが得られる。

- 50 【0008】従って、デジタルシネマの画像品質に関して、空間的光モジュレータが、スイッチング速度を上げずに、10 ビットより高い解像度で表示できるようにす

る必要がある。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明の1つの面は、空間的に且つ時間的に表示データをマルチプレクスすることによって、より高いビット深さの解像度を達成することである。広義には、本発明は、所望の知覚される解像度を決定するステップと、その知覚される解像度を達成するのに使用されるビット面の数を設定するステップと、そのようなビット面の少なくとも1つを、空間的・時間的最低ビット値（STMLSBs）に使用するステップと、STMLSBsの展開された値をビット重みづけに持ち込むステップと、空間的パターンを展開するステップと、複数の空間的パターンが各フレーム内で空間的に開始されるのが所定の順序であるのかランダムであるかを判定するステップと、データをモジュレータに登録してそれを表示させるステップとを備える。

【0010】本発明の1つの実施の形態において、たったの9ビット面から12ビットの知覚される解像度を得ることができる。この9ビット面は、その中の2つが空間的且つ時間的マルチプレクスに使用される。また、本

発明の他の実施の形態においては、12ビットで14ビットを参照することができる。

【0011】12ビット面のうち、3ビット面が空間的且つ時間的マルチプレクスをするのに使用される。

【0012】空間的マルチプレクスは、例えば、チェッカーパターンなら50%というように、フレーム内で作動している画素のパーセントのパターンを使用して行われる。これらのパターンは、各フレームにより、空間的に異なった開始点において開始することによって、時間的に制御される。パターンの空間的開始点の決定は、連

続する各フレームによって、ランダムでも所定点でもよい。

【0013】本発明の利点は、高いビット深さの解像度を、それより低いビット数で得ることができることである。

【0014】また、本発明の利点は、非線型のLSB重みづけを使用することができ、LSBsに対してより長いビット・オン時間を可能とするので、素子の切り換え（スイッチング）速度をゆっくりにすることができることである。

【0015】また、本発明は、どんなPWMシステムにも使用することができるという利点がある。

【0016】更に、本発明は、より少ない数のビット面を使用することによって、10ビット以上に時間ビットスプリットすることができる。

【0017】

【発明の実施の形態】図1は、空間的光モジュレータ・ディスプレイ・システムの1例を示す。アナログ、デジタル、ビデオ、グラフィックスなどいかなる表示ソースも受信器12で受け取られる。

【0018】データは、また、更なる処理が必要な場合、メモリ14においても受け取られる。処理ブロック16は、実際には数個のプロセッサを備え、アナログ・デジタル変換のようなタスク、また必要なら、色空間変換などの選択された処理を行う。プロセッサは、光ソース18とカラーホイール（color wheel）20の制御も行う。

【0019】このシステムは、カラーホイールを使って、空間的光モジュレータ22の為に光の色シーケンシング（sequencing）を行う。本実施の形態は、ディスプレイシステムに反射する1つの空間的光モジュレータのためのものである。しかしながら、この技術は、そのようなシステムに限定されるべきものではない。本発明を使用するために必要なことは、パルス幅変調を使用する点だけである。図1のプロセッサは、必要なビット操作も行い、データを正しいビット面フォーマットにして正しい色にする。

【0020】この例におけるビット面は、表示データの集合であり、空間的光モジュレータ上の各素子に1ビットあり、各ビットは、その素子のデジタルサンプルから同じ重要度（significance）を持つ。例えば、すでにデジタルのデータ、あるいはプロセッサ14によってデジタルに変換されたものである。アレイ上の各素子は、そのデータを表す8ビットのサンプルを持つ。すべての素子に対するすべてのデータは、メモリに書き込まれる。データをメモリから読み出す場合は、各サンプルの最上位ビット（MSB）が一緒に読みだされる。例えば、MSBビットが7であれば、アレイ上の各素子に対して、データのビット面はすべてビット7sとなる。ビット自身は、1か0であり、1であれば、その素子は、MSB時間オンとなり、0であれば、MSB時間中オフになる。

【0021】従来のパルス幅変調システムにおける各ビットに対する時間は、最低位ビット（LSB）に必要な時間量によって決定される。ビットは、2進法であるから、より高位になるにつれて、LSB時間の倍数になる。例えば、8ビットのシステムでは、ビット0がLSBで、ビット1が2LSBsになり、ビット3が8LSBsというようになる。各素子がそのデータを、各ビット面に表示し、それが人間の目によって総合されて（integrated）、灰色の陰に見える。各色にPWMを加えることによって、人間の目は、色も総合することができる。

【0022】このようなシステムは、彩色画像を、典型的には、次のどちらかの方法で生成する。1つは、先に述べた色シーケンシャルシステムであって、これは、デバイスを照射するのと同じく各色ごとにデータをデバイスに並べる方法である。他の1つは、各色ごとに1つのデバイスを提供し、ディスプレイ表面で彩色画像に収束させる方法である。本発明はどちらのシステムにも応

用できるが、説明の順序として、まず、1つのデバイスを使用する色シーケンシャルシステムを想定して説明する。

【表2】

【0023】CRTシステムにおいて、ガラスの裏にある蛍光体が、陰極線によって励起されて光を生成する。このような蛍光体は、非線型応答をして、ビデオ信号の中で補正される。この補正は、ガンマ補正と呼ばれる。空間的光変調システムは、線型応答するので、この補正を除かなければならない。この補正の除去は、デガンマと呼ばれる。デガンマ関数は、典型的には、ルックアップ表 (look-up table) (LUT) を備え、入ってくるガンマ補正されたデータを非ガンマデータ値にマップする。8ビットソースは256個のコードとしてデガンマ処理され、256個のコードがデガンマ処理に入力され、256個のコードがデガンマ処理から出力される。しかしながら、デガンマ出力は、8ビット以上を要求する精度を持つ。このことは下の表で示される。

【0024】

【表1】

8ビット ソース入力	切り捨て後の 8ビット出力	12ビット 出力	小数点つき 8ビットコード	20
255	255	4095	255.000	
254	253	4060	252.750	
253	251	4025	250.625	
252	248	3990	248.500	
130	58	930	57.875	
129	57	914	57.000	
128	56	899	56.000	
127	55	884	55.000	
126	54	868	54.125	
101	33	534	33.250	
100	33	522	32.500	30
99	32	511	31.750	
98	31	500	31.125	
97	30	488	30.375	
33	3	46	2.875	
32	3	43	2.625	
31	2	40	2.500	
30	2	37	2.250	
29	2	34	2.125	
28	2	32	2.000	
27	2	29	1.875	
26	2	27	1.625	
25	2	25	1.500	40
24	1	23	1.375	
23	1	21	1.250	
22	1	19	1.125	
21	1	17	1.000	
20	1	15	1.000	
19	1	14	0.875	
18	1	12	0.750	
17	1	11	0.625	
16	1	9	0.625	
15	1	8	0.500	

7		8
14	0	7 0.375
13	0	6 0.375
12	0	5 0.250
11	0	4 0.250
10	0	3 0.250
9	0	3 0.125
8	0	2 0.125
7	0	2 0.125
6	0	1 0.125
5	0	1 0.000
4	0	0 0.000
3	0	0 0.000
2	0	0 0.000
1	0	0 0.000
0	0	0 0.000

【0025】上記テーブルから明らかなように、デガンマが行われた後では、低い画素コードに対して、より高いビット深さを得ることができる。デガンマ処理出力が12ビット未満の場合、高位ソースコード用より、低位コードレベルについて、デガンマ後、より多くのコードを得ることができる。空間的光モジュレータ上に示されたビット数の解像度が、デガンマ処理以前のソースからのビット数と一致すれば、デガンマ処理から出力される低いコードに対して、情報が失われる。低位コードについては、8ビット解像度より高い解像度が得られる。

【0026】しかしながら、2つの問題が出てくる。第1に、前記のように、殆どの空間的光モジュレータは、8-10ビット以上の解像度を得るに十分な速さで切り替わることができない。第2に、PWM処理の特性により出てくる問題である。PWMは殆どの時間を高位ビットに割り当てる。高位のビットから低位のビットへ移る時に生じる、temporal contouring (時間的傾斜) と呼ばれるアーチファクト (artifact) を防止するために、この時間は、これらのビットに対するように細かく分けられる。

【0027】例えば、8ビットシステムにおけるビット7が、128すべてのLSBで、1つの連続する期間、表示する代わりに、ビット・スプリッティング (bit splitting) と呼ばれるプロセスで、より小さい期間に分割される。

【0028】高位ビットの解像度を達成するには、5ビット・スプリッティングのプロセスで、より多くのビット面を登録するための時間が必要になる。

【0029】ソースが符号化された時のビット数より多くのビット解像度を見せる方法を使用しないと、重大な量子化誤差が生じる。例えば、誤差は、暗い場面で現れ、そこで単一光レベルにつぶれる。これは、空間的傾斜 (spatial contouring) と呼ばれる。本発明の利点の1つは、この種の場面の解像度を変

化させることができるので、画面の質を改善することができる点である。

【0030】一般に、色シーケンシングを使用している単一デバイスシステムは、8から12ビットに驚異的に改善される。マルチプルデバイスシステムにおいては、各デバイスが1つの色に対して画像を出す (images) ので、より長時間持ち、典型的には、10ビットの解像度にする。このシステムで14ビット解像度を使用するため、空間的傾斜問題は、実質的に消滅する。14ビット解像度は、目の最大解像度とも馴染む。

【0031】本発明を概観すると、文字Nは所望の解像度のビット数を表し、例えば、前記デバイスシステムにおいて、所望解像度が12ビットであるから、N=12となる。

【0032】しかしながら、本実施の形態は、実際にはNより少ないQビット面しか登録しない。本方法は、空間的マルチプレクシングと時間的マルチプレクシングの組み合わせを使用し、場合によっては、時空マルチプレクシングあるいは単にマルチプレクシングと呼ばれる。Nビット解像度を本発明の実施の形態により達成するには、Qビット面を登録し、Yビット面を時空マルチプレクシングする。この処理は、図2のフローチャートに示されている。

【0033】図2のステップ26において、ディスプレイ解像度としてNビットが決定される。この決定は、システムの数、モジュレータ素子の切り換え時間、メモリで得られるビット面の数に、所与のシステムの特性に依存する。例えば、Nは12として話を進めるが、これは、1つのデバイスシステムを12ビットに限定するものではなく、1つの具体例として、12ビットとする。ステップ28で、ビット面の数、重み、それらの位取りが設定される。議論のために、Qを9に設定する。つまり、9ビット面がモジュレータに登録される。

【0034】その9ビット面のうち、LSBsの数が、

空間的且つ時間的マルチプレクシング処理のために予約される。この例では、予約されるLSBs、Yは2とする。従って、7ビット面(9-2)は、時空処理によって影響されない。このような選択の結果は、下の表に示されている。小数点付きビット(FBIT)は、先の表(8ビット小数点付きコード)のデガンマ出力の8ビットLSBに参照される(referenced)。これは、図2のステップ32に示される。

【0035】STMLSBs (spatial-temporal multiplexLSBs)の重みは、8ビットLSBsに対して参照された場合、1.14と0.75である。オン時間は、それぞれ、17マイクロ秒と11.18マイクロ秒である。どの画素についても、0.75より少ないFBITsを生成するには、多数のフレームのSTMLSBsの値をオン・オフさせる。例えば、0.375のFBIT値を得るには、STMLSB 0.75を1つ置ききのフレームで表示することによって、 $0.75/2=0.375$ とする。

【0036】このSTMLSBsの時間的マルチプレクシングは、新しい灰色スケールコードを形成する。所与の画素について、STMLSBs無し、どちらか、あるいは両方が使用できる。例えば、1つのフレームで両方のSTMLSBsを見せて次に見せなければ、コード $(1.14 + 0.75)/2=0.945$ が生成される。時間的マルチプレクシングだけを使用すると、小さなFBITsで問題が生じる。低位のFBIT値は、相応に更新率も低くなる。

【0037】例えば、FBIT=0.0469(0.75/16)であれば、更新率は、3.75Hzになる。これは、表示画面の広い領域でFBIT=0.0469であれば、STMLSBが使用されるたびに、チカチカして、解像度が上がったにもかかわらず、画像の質が悪くなる。

【0038】この問題の対処法として、空間的マルチプレクシングを採用できる。空間的マルチプレクシングは、図2のステップ34に示されたように、パターンの形態を取る。各STMLSBは、位相外れの各画素に合わせて、フレーム毎に、モジュレータ上で隣接する画素と相対的に、適用される。どの1つのフレームにおいても、そのフレームの期間、STMLSBは、特定のFBITコードに対して画面に均等に拡散される。

【0039】パターンの選択は、実質的に無制限である。このようにして最良の結果が得られたパターンが図3乃至図5に示されている。各パターンにおいて、上左端のアクティブ画素は、フレームによって変化する。このようにして、空間的パターンが、複合的にフレーム間で時間的にマルチプレクスされる。

【0040】基本的パターンは、アクティブ画素の密度が50%、25%、12.5%のものである。50%のパターンは図3に示されている。「CKs」のラベルを持

つ画素は、「CK」に対して、パターンが開始される上左端を示す。各CKは、STMLSBが生じていることを示し、どのパターンにおいても、CKは、所与のフレームペアにとって5つの同じSTMLSBである。

【0041】このチェッカー盤パターンは、空間的に密であるから、1つのフレーム内で、空間的なものは何も見えない。

【0042】どの画素も、隣接する4つの画素が各フレーム内で更新し、画面全体の半分が更新されるので、見ている人にとってチラチラは見えない。このチェッカー盤パターンは、空間的に、他のアクティブSTMLSBのいずれとも位相が合っている。各フレーム内のすべての画素の50%が、このチェッカー盤のために予約され、そのフレーム内でSTMLSBsのどれもチェッカー盤を積極的に使用してない場合も、予約される。これは、更に、CK画素としてのパターンで見られる。

【0043】図4は、25%パターンを示す。P25s、つまりパターンの開始点は、1つのアクティブSTMLSBに対して、フレームごとにランダムに割り当てることができる。その割り当てには、2つの制限がある。非CK画素(非チェッカー盤)であること、そしてコラム0、ライン0になければならない。つまり、(C0/L0)、C0/L1、C1/L0、またはC1/L1である。2つのアクティブSTMLSBsに対して、最低の重みづけされたものが上記のように割り当てられる。最高の重みづけをされたものは、パターンの中に単に置かれるだけであり、もし、それがまだチェッカー盤の位相の外にあれば、各フレーム内で対抗する空間的位相を伴う。

【0044】図5は、12.5%パターンを示す。これには、P25s画素の第1の制約と同じ制約がある。

【0045】ただし、P12sは、C0/L0、C0/L1、C1/L0、C1/L1、C2/L0、C2/L1、またはC3/L0のどこにでもランダムに割り当てることができる。それは、25%パターンがアクティブであるかにかかわらず、25%パターンと位相を合わせなければならない。これと同じ空間的位相関係は、25%パターンと同様に、2つのSTMLSBに適用される。

【0046】上述のように、異なるSTMLSBsの異なるパーセントのためにパターンを組み合わせることによって、いくつかの異なるパターンを得ることができる。実際、以下の表に示されているように、同じ1つのアクティブ画素パーセントは、いろいろなパターンを組み合わせることによって得ることができる。下表では、1つのSTMLSBを使用している。2つ以上STMLSBを使用すれば、パターンの組み合わせによって、可能な小数点付きのビットを展開することもできる。

【0047】

【表3】

11

アクチブ素子	パターンソース
12.5	12.5
25	12.5 + 12.5
	25
37.5	12.5 + 25
50	25+25
	50
62.5	12.5 + 50
	12.5 + 25 + 25
75	25+50
87.5	12.5 + 25 + 50
100	100

12

*【0048】これらのパターンを前記例に適用すると、次のような表となる。

【0049】

【表4】

10

*

8ビット	12ビット	8ビット	S-T MUX	STMLSB1	STMLSB2	S-T Pat	S-T Pat
		FBIT				(1)	(2)
		35	2.1875	2.1875		0.7500	0.25
		34	2.1250	2.0938		0.7500	0.125
		33	2.0625	2.0469		0.7500	0.0625
2		32	2.0000	2.0000	2.000	1	
		31	1.9375	1.8900	1.1400	0.7500	1
		30	1.8750	1.8666	1.1400	0.7500	0.96875
		29	1.8125	1.8197	1.1400	0.7500	0.90625
		28	1.7500	1.7494	1.1400	0.7500	0.8125
		27	1.6875	1.7025	1.1400	0.7500	0.75
		26	1.6250	1.6538	1.1400	0.7500	0.875
		25	1.5625	1.6050	1.1400	0.7500	0.75
		24	1.5000	1.5150	1.1400	0.7500	1
		23	1.4375	1.4663	1.1400	0.7500	0.875
		22	1.3750	1.3688	1.1400	0.7500	0.625
		21	1.3125	1.3200	1.1400	0.7500	0.5
		20	1.2500	1.2788	1.1400	0.7500	0.875
		19	1.1875	1.1813	1.1400	0.7500	0.625
		18	1.1250	1.1400	1.1400		1
		17	1.0625	1.0913	1.1400	0.7500	0.875
		16	1.0000	1.0425	1.1400	0.7500	0.75
		15	0.9375	0.9450	1.1400	0.7500	0.5
		14	0.8750	0.8475	1.1400	0.7500	0.25
		13	0.8125	0.7988	1.1400	0.7500	0.125
		12	0.7500	0.7500		0.7500	1
		11	0.6875	0.6600	1.1400	0.7500	0.25
		10	0.6250	0.6113	1.1400	0.7500	0.125
		9	0.5625	0.5700	1.1400		0.5
		8	0.5000	0.4725	1.1400	0.7500	0.25
		7	.4375	0.4219		0.7500	0.5625
		6	0.3750	0.3750		0.7500	0.5
		5	0.3125	0.3281		0.7500	0.4375
		4	0.2500	0.2363	1.1400	0.7500	0.125
		3	0.1875	0.1875		0.7500	0.25
		2	0.1250	0.0938		0.7500	0.125
		1	0.0625	0.0469		0.7500	0.125
		0	0.0000	0.0000			

【0050】2つの専用STMLSBsを伴う時空マルチプレクシング (muxing)

図2に戻り、以上述べたことは、空間的パターン展開ステップ34を中心にしてきたものである。パターンが決定されると、システム設計者は、ステップ36で、パターンを時間的にどのようにマルチプレクスするかを決定しなければならない。空間的パターンの時間的シーケンシングは、所定のものにすることができ、空間的マルチプレクシングパターンの空間的開始点が、数個の数のフ

レーム上で、計画されたシーケンスが反復するところで決められる。また別の時間的マルチプレクシングでは、乱数のレベルを変えることが可能になり、このプロセスによって生じる時間的ノイズを減らすことができる。先に述べてきた技術は、新たなノイズを発生する。システムとモジュレータとに関連して、典型的には、空間的開始点をある程度ランダムにすることが、実際のシステムにおけるパターンマルチプレクシングにとって最善である。

【0051】しかしながら、ランダムにすると、もう1つ考慮に入れなければならないことが出てくる。チェッカー盤パターンでは、ランダムにすることは避けた方が良くと信じられている。チェッカー盤パターンは、図3について先に述べたように、フレームごとに開始点が変わるだけである。この場合、光エネルギーが、両方のフレームで、また各フレーム内の空間で、均等に分散されるので、時間的問題は出ないはずである。各フレームの開始において、所与のFBIT用非チェッカー盤空間的パターンの開始点はランダムに選択される。

【0052】開始画素の所定の時間的シーケンシング又はランダム開始画素は、本発明のすべての面に適用される。本発明は、ディスプレイシステムにおけるどんなPWMにも適用され、単一デバイスあるいはマルチプルデバイス、色シーケンシャル、そうでないものに適用される。上記の説明は、単一デバイス、色シーケンシャルシステムに中心を置いている。本発明をマルチプルデバイスシステムに使用すれば、更に解像度を上げることができる。

【0053】先に述べたように、マルチプルデバイスは、典型的には、解像度用のビットを多くもっている。というのは、色シーケンシャルシステムと比較して、各フレーム内の色について、より多くの時間があるからである。以下の例では、1つの10ビット参照番号が使用され、所望の解像度は14ビット(N=14)である。以下の説明では、12ビット面のデータが使用され(Q

=12)、STMLSBsは3である(Y=3)。STMLSBsは、通常の 2^n パターンには、合わない。例えば、STMLSBsの重みは0.75、1.00、1.25であり、それぞれ、10.5マイクロ秒、14マイクロ秒、17.5マイクロ秒である。

【0054】3個のSTMLSBsを使用すると、2個を使用の時にはない利点が出てくる。アクティブ画素の空間的頻度が高いチェッカー盤その他の対称的パターンでは、時間的且つ空間的アーチファクト(artifacts)が最小になる。2個のSTMLSBsの代わりに3個のSTMLSBsを使用する場合は、パターンの空間的頻度がより高くなる。

【0055】時間的アーチファクト(artifact)が少なくなるのは、対称的パターンが、1つのフレームから次のフレームへ、空の空間を埋めることを識別することを、非常に見にくくさせるからである。空間的生成物が減るのは、パターンの密度が、通常の画面からの距離において空間的傾斜の検出を防止するからである。

【0056】下の表は、14ビットの感知される解像度用の10FBITコードを達成するための値の例を示す。「ビット」欄は、各強度に使用されるビット面の重みを示し、それが対応の「S-T」欄に示されたパターンと結合される。

【0057】

【表5】

15					16				
10ビット	14ビット	13ビット	10ビット	Fビット	S-T Mux	Bit (1)	S-T Pat (1)	S-T Pat (2)	
2		35	2.1875	2.1875	0.750	2.00	0.25	1.00	
		34	17	2.1250	2.1250	1.000	2.00	0.125	1.00
		33		2.0625	2.0938	0.750	2.00	0.125	1.00
		32	16	2.0000	2.0000	2.000	0.00	1.00	
		31		1.9375	1.9375	1.000	1.25	1.00	0.75
		30	15	1.8750	1.8750	1.000	1.25	0.50	0.50
		29		1.8125	1.8125	0.750	1.25	0.75	1.00
		28	14	1.7500	1.7500	0.750	1.00	1.00	1.00
		27		1.6875	1.6875	0.750	1.25	1.00	0.75
		26	13	1.6250	1.6250	1.000	1.25	1.00	0.50
		25		1.5625	1.5625	1.000	1.25	0.50	0.25
		24	12	1.5000	1.5000	0.750	1.25	0.75	0.75
		23		1.4375	1.4375	1.000	1.25	0.50	0.75
		22	11	1.3750	1.3750	0.750	1.00	0.50	1.00
		21		1.3125	1.3125	1.000	1.25	1.00	0.25
		20	10	1.2500	1.2500	1.250		1.00	
		19		1.1875	1.1875	0.750	1.00	0.25	1.00
	18	9	1.1250	1.1250	1.000	1.25	0.50	0.50	
	17		1.0625	1.0625	1.000	1.25	0.75	0.25	
	16	8	1.0000	1.0000	1.000		1.00		
	15		0.9375	0.9375	1.250		0.75		
	14	7	0.8750	0.8750	0.750	1.00	0.50	0.50	
	13		0.8125	0.8125	0.750	1.25	0.25	0.50	
	12	6	0.7500	0.7500	0.750		1.00		
	11		0.6875	0.6875	0.750	1.00	0.25	0.50	
	10	5	0.6250	0.6250	1.250		0.50		
	9		0.5625	0.5625	1.000	1.25	0.25	0.25	
	8	4	0.5000	0.5000	1.000		0.50		
	7		0.4375	0.4375	0.750	1.00	0.25	0.25	
	6	3	0.3750	0.3750	0.750		0.50		
	5		0.3125	0.3125	1.250		0.25		
	4	2	0.2500	0.2500	1.000		0.25		
	3		0.1875	0.1875	0.750		0.25		
	2	1	0.1250	0.1250	1.000		0.125		
	0	0	0.0000	0.0000	0.000		0.000	0.000	

【0058】この時点において、デガンマ関数をSTM
小数点付きのレベル空間へマッピング処理するステップを
加えるのが好ましい。前述の表の値を使用して、デガン
マ関数は、STM少数点レベルによって達成できるのに
最も近い値に丸められる。この丸め処理の例として、デ
ガンマ関数値、あるいは参照番号で表現される（10ビ
ット空間に対する）ものが、26.444444であれば、上位MSBs（非STMs）の値は26になり、
一方、低位STM FBITSは、コード0.4375
（上の表で、7の位置）を利用する。デガンマ関数全体
は、その入力範囲に対してSTM空間にマップされ、参
照番号は空間的パターンにマップされるが、このマッピ
ングはきっちり1:1にはならない。これにより、非2
進的に増加するSTM少数点レベルを使用することがで
きる。

【0059】図2に戻り、残りのステップは、一度に登
録し表示する必要とされる様々な値のすべてが決定され
る。この処理は、一度にはできない。各新規フレーム
が、この処理を行い、所定の値が決定されて、適用され
る。どちらかと言えば、この処理は、図1に示された処
理のどこかで行われることになる。

【0060】図6と図7は、入ってくるビデオデータを

処理する実施の形態の2つの異なった部分を示す。こ
こに示された実施の形態は、3つのSTMLSBsを使う
3-デバイスシステムである。パターンの選択は、特定
の色に対して、デガンマ表からの5つのLSBsに基づ
く。図6に示されたマルチプレクサは、マルチプレクサ
42のように、必要なパターンを形成することができ
る。例えば、STMLSB2に75%パターンが必要で
あれば、1つのマルチプレクサが50%を出力し、もう
1つのマルチプレクサが25%出力する。ORゲート4
4が、それらを結合し、75%として出力する。場合によ
っては、7/32%や9/16%というように非対称
パターンが必要になることもある。これらは、マルチプ
レクサ42において、プログラム可能パターン入力を使
用して生成される。

【0061】図7は、この種のパターン生成器を実現す
る回路の一実施の形態を示す。論理ブロック46は、図
6におけるマルチプレクサ42への入力としてのパター
ンを生成する。マルチプレクサ42は、水平同期（HS
YNC）と、垂直同期（VSYNC）と、欄（行）、フ
レーム、又は列（コラム）を示すアクティブデータ（AC
TDATA）信号とを受け取る。乱数生成器48を使用
して、上記論理ブロック46用のランダムパターン開始

点を生成する。

【0062】論理ブロック46は、50%、25%などの印のついた信号を、図7におけるマルチプレクサ42とそれに付随するものに提供し、また図7のLUT50への信号を提供する。LUT50は、4x8の反復パターンを各パターンに対して4つのプログラムされる位相と共に記憶し、これにより、所定のパターンを使用して、LUT50にプログラムされる。VSYNC信号は、各フレームの開始に新規乱数を開始する。このようにして、ランダム開始と所定のパターン選択とが可能となる。

【0063】図6は、デガンマ回路も示す。このデガンマ回路は、参照用の表、加算器、その他に10ビット入力に対して14ビットを生成することができるものであれば、どのような回路であってもよい。前記14ビットの例において、5ビットはLUT40に入るパターンを生成するのに使用されるLSBsであり、9ビットは、直接パス52を通過して表示デバイス制御回路（図示せず）に入る。図6の関数の出力は、前述の3デバイス例のための表で、STMLSBsとして参照される。

【0064】本発明は、PWMを利用する空間的光モジュレータディスプレイ上で、ふつうより深い解像度を得ることを可能とする。上記説明は、本発明が適用されるシステムを限定するものではない。本発明は、上記説明より多くのあるいは少ない数のFBITsを生成するのに適用することができる。ソースビットの数は、上記のように8又は10以外であってもよい。同様に、使用されるパターンは無制限に変更できるものであり、上記に限定されるものではない。

【0065】更に、本発明は、STMLSBsが2個や3個の例以外の数であってもよい。使用される数の範囲は、1から、システム内のビット数まで可能であり、制限を与えるものは、使用されるモジュレータの容量だけである。また、複数のSTMLSBsが使用される場合、各STMLSBに対するチェッカー盤パターンは、前述のように、位相内にあるより、むしろ位相の外にある。最後に、STMLSBsの重みづけは、特定の適用又はシステムがサポートできるものであれば、どのような数であってもよい。

【0066】以上、より高い解像度を得るために、ディスプレイデータを空間的且つ時間的にマルチプレクスする一実施の形態について説明してきたが、本発明は、この実施の形態に限定されるものではなく、本発明の範囲は、特許請求の範囲にあるとする。

【0067】以上の説明に関して更に以下の項を開示する。

(1) 空間的光モジュレータ上に高いビット深さ解像度の画像を表示する方法であって、

a. 表示されるべき解像度のビット数を決定するステップと、

b. 各色の各フレーム内に登録されるビット面の数を設定するステップと、

c. 表示されるべき解像度のビットの所定数の最低位ビット(LSBs)を予約するステップと、

d. 小数点付きのビットを提供するために、参照番号を定義するステップと、

e. 前記各小数点付きのビットに対して、前記所定数のLSBsと共に使用される空間的パターンのセットを展開するステップと、

10 f. 各フレームにおける前記パターンの開始点を、空間的にランダムにするか、あるいは所定の置き方にするかを選択するステップと、

g. 各画素に対して前記パターンの1つを、画素の強度に従って決定するステップと

からなる方法。

【0068】(2) 第1項に記載の方法であって、前記選択ステップが、パターンのランダム配置を選択することを特徴とする方法。

20 【0069】(3) 第1項に記載の方法であって、前記選択ステップが、所定のパターン配置を選択することを特徴とする方法。

【0070】(4) 第1項に記載の方法であって、前記参照番号をマッピングして、前記空間的パターンの組み合わせをつくるステップを更に含むことを特徴とする方法。

【0071】(5) 高いビット深さ解像度のディスプレイ用のパターンを生成することのできる装置であって、

30 a. パターン生成の開始を示す信号を受信し、空間的に且つ時間的にマルチプレクスされたパターンを生成することのできるパターン生成ロジックと、

b. 前記パターン生成ロジックに、前記パターンの空間的開始点を示す乱数を提供する乱数生成器と、

c. 前記パターン生成ロジックから受信された前記パターンに基づいて選択されるべき空間的位相を記憶するプログラム可能な参照表と、

d. 小数点付きコードを生成することのできる回路と、

e. 前記パターン生成ロジックからの出力と、前記プログラム可能な参照表からの出力と、前記小数点付きコードとからの出力に基づいて、前記空間的且つ時間的にマルチプレクスされたパターンの中から特定のパターンを選択するロジックと

を備える装置。

【0072】(6) ディスプレイデータを空間的に且つ時間的にマルチプレクスする方法及び装置。この方法を使用すると、所与のビット数解像度でシステムが達成できるより高いビット深さ解像度を得ることができる。本方法は、所望の知覚解像度(26)を決定するステップと、その知覚解像度を達成するのに使用されるビット面の数を設定するステップと、少なくとも1つの時空的最低位ビット値(STMLSBs)(30)を使用するス

19

テップと、STMLSBsを展開した値を小数点付きビット灰色コードレベル(32)と参照するステップと、空間的パターン(34)を展開するステップと、空間的パターンを所定のシーケンスで又はフレーム間でランダムに開始させるかを決定するステップと、モジュレータにデータを登録し、表示するステップとを備える。本装置は、乱数生成器(48)と参照表(50)を備え、ランダムパターンと所定の空間的パターンのどちらも選択でき、また、使用するパターンを生成するパターンロジックを備える。

【図面の簡単な説明】

【図1】空間的光モジュレータ・ディスプレイ・システムの一例を示す。

【図2】表示データの空間的・時間的マルチプレクスの方法のフローチャートである。

【図3】本発明の1実施の形態による50%の空間的・時間的マルチプレクス・パターンを示す。

【図4】本発明の1実施の形態による25%の空間的・

20

時間的マルチプレクス・パターンを示す。

【図5】本発明の1実施の形態による12.5%の空間的・時間的マルチプレクス・パターンを示す。

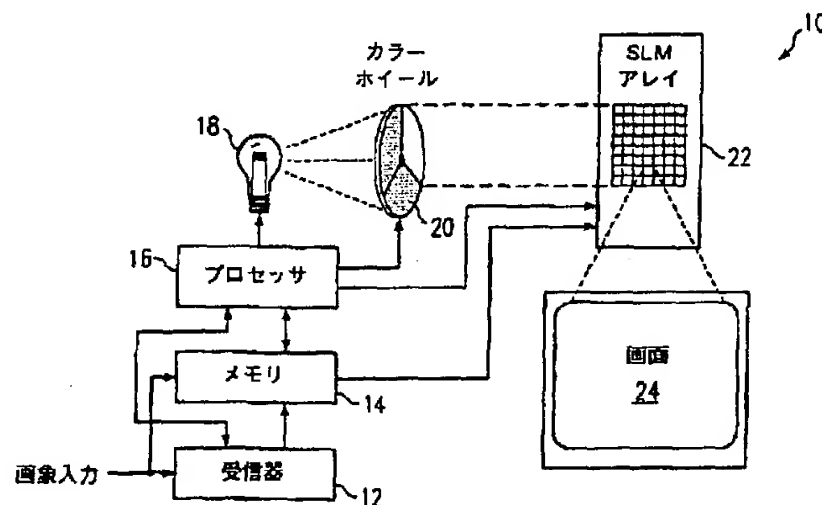
【図6】本発明の1実施の形態によるパターン選択ブロックダイアグラムを示す。

【図7】本発明の1実施の形態によるパターン信号ブロックダイアグラムを示す。

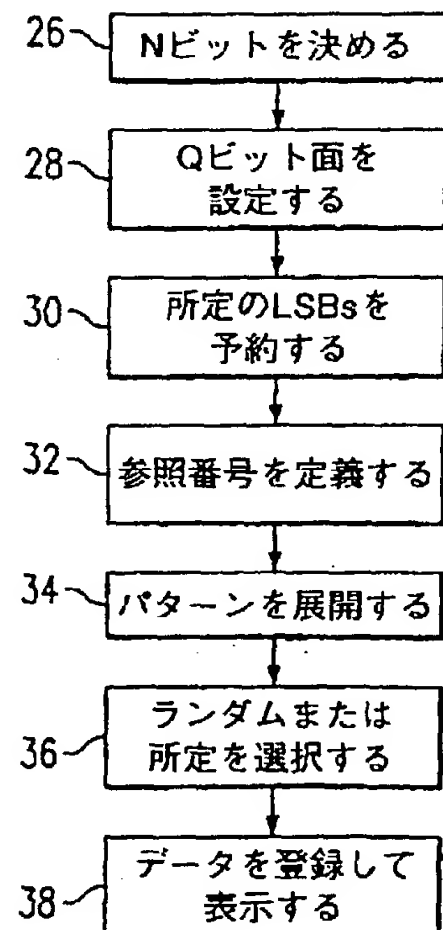
【符号の説明】

- 5 デガンマ表
- 10 受信器
- 12 受信器
- 13 メモリ
- 16 プロセッサ
- 20 カラーホイール
- 22 SLMアレイ
- 24 画面
- 46 パターン生成ロジック
- 48 乱数生成

【図1】



【図2】



【図3】

色/行			フレーム番号 1										色/行			フレーム番号 2									
	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8			C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8					
L0		CK		CK		CK		CK				L0	CK		CK		CK		CK		CK				
L1	CK		CK		CK		CK		CK			L1		CK		CK		CK		CK		CK			
L2		CK		CK		CK		CK				L2	CK		CK		CK		CK		CK		CK		
L3	CK		CK		CK		CK		CK			L3		CK		CK		CK		CK		CK			
L4		CK		CK		CK		CK				L4	CK		CK		CK		CK		CK		CK		
L5	CK		CK		CK		CK		CK			L5		CK		CK		CK		CK		CK			
L6		CK		CK		CK		CK				L6	CK		CK		CK		CK		CK		CK		
L7	CK		CK		CK		CK		CK			L7		CK		CK		CK		CK		CK			
L8		CK		CK		CK		CK				L8	CK		CK		CK		CK		CK		CK		

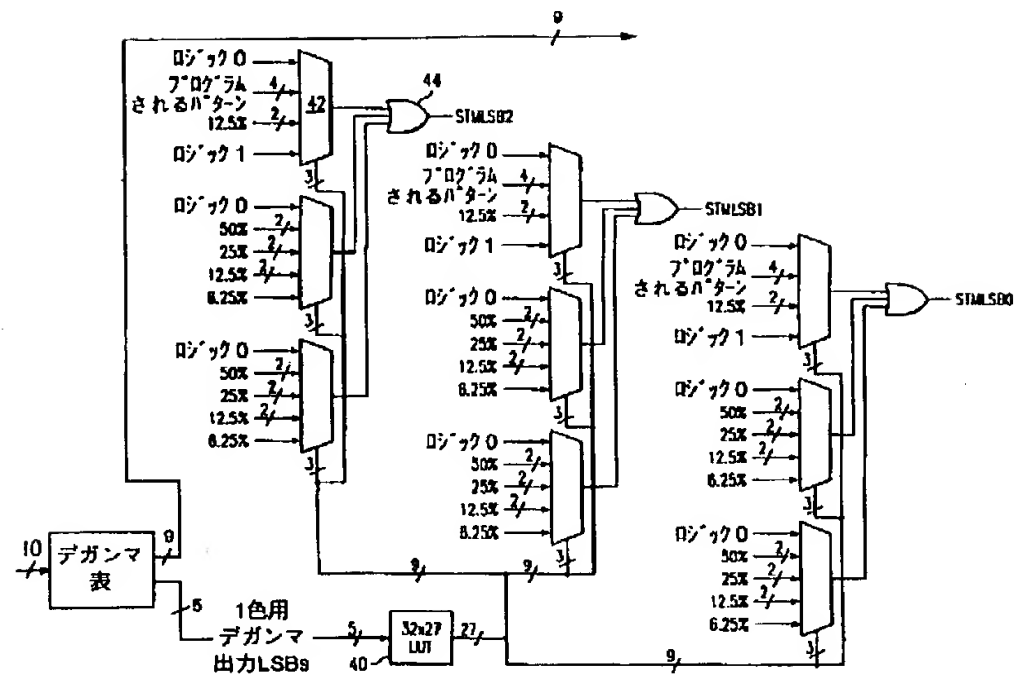
【図4】

色／行			フレーム番号 1										色／行			フレーム番号 2									
	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8			C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8					
L0	P25s	CK	P25	CK	P25	CK	P25	CK	P25			L0	CK	P25s	CK	P25	CK	P25	CK	P25	CK				
L1	CK		CK		CK		CK		CK			L1		CK		CK		CK		CK					
L2	P25	CK	P25	CK	P25	CK	P25	CK	P25			L2	CK	P25	CK	P25	CK	P25	CK	P25	CK				
L3	CK		CK		CK		CK		CK			L3		CK		CK		CK		CK					
L4	P25	CK	P25	CK	P25	CK	P25	CK	P25			L4	CK	P25	CK	P25	CK	P25	CK	P25	CK				
L5	CK		CK		CK		CK		CK			L5		CK		CK		CK		CK					
L6	P25	CK	P25	CK	P25	CK	P25	CK	P25			L6	CK	P25	CK	P25	CK	P25	CK	P25	CK				
L7	CK		CK		CK		CK		CK			L7		CK		CK		CK		CK					
L8	P25	CK	P25	CK	P25	CK	P25	CK	P25			L8	CK	P25	CK	P25	CK	P25	CK	P25	CK				

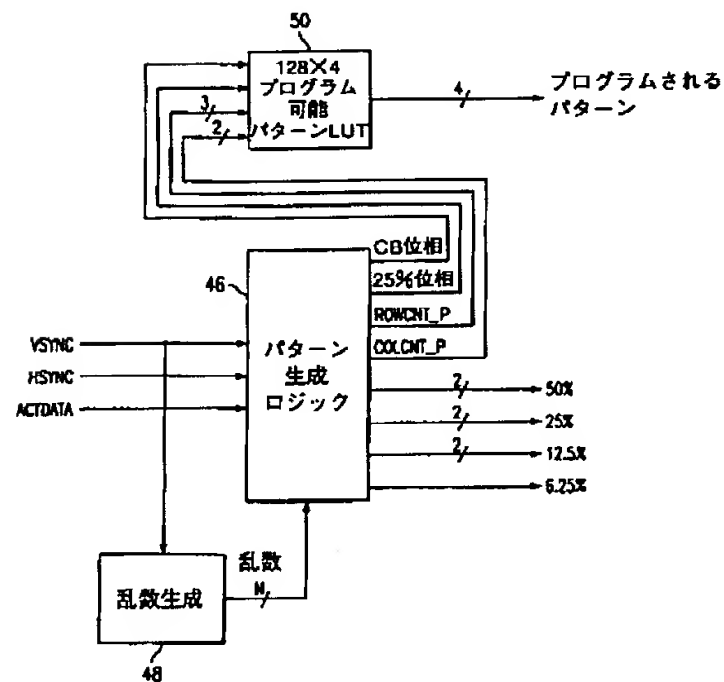
【図5】

色/行	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8		色/行	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
L0	P12s	CK		CK	P12	CK		CK	P12		L0	CK	P12s	CK		CK	P12	CK		CK
L1	CK		CK		CK		CK		CK		L1		CK		CK		CK		CK	
L2		CK	P12	CK		CK	P12	CK			L2	CK		CK	P12	CK		CK	P12	CK
L3	CK		CK		CK		CK		CK		L3		CK		CK		CK		CK	
L4	P12	CK		CK	P12	CK		CK	P12		L4	CK	P12	CK		CK	P12	CK		CK
L5	CK		CK		CK		CK		CK		L5		CK		CK		CK		CK	
L6		CK	P12	CK		CK	P12	CK			L6	CK		CK	P12	CK		CK	P12	CK
L7	CK		CK		CK		CK		CK		L7		CK		CK		CK		CK	
L8	P12	CK		CK	P12	CK		CK	P12		L8	CK	P12	CK		CK	P12	CK		CK

【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 ドナルド ビー. ドハティ
アメリカ合衆国, テキサス, リチャードソ
ン, ウォルナット クリーク 16

THIS PAGE BLANK (USPTO)